

鋼橋のライフサイクルコスト分布に及ぼす構造諸元の影響

豊福設計株式会社 正 会 員 ○島峯真吾 長崎大学工学部 正会員 中村聖三
長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄 長崎大学工学部 正会員 呉 慶雄

1. まえがき

わが国では、高度経済成長期以降、社会資本整備も進み膨大な土木構造物を有するようになったが、現在ではそれら構造物の多くが老朽化し、補修・補強を行わなければならない時期となっている。しかしそれら構造物にかかる補修・補強費用は莫大なものであり、現在の景気状態ではその適切な実施はかなり厳しいことが現実である。こうした背景から近年構造物においては、初期建設費のみではなく維持管理費・補修・更新費まで考慮したライフサイクルコスト（LCC）の把握が求められている。そこで本研究では数種類の構造諸元を有する鋼橋を対象に、部材寿命のばらつきを考慮して LCC の確率分布を算定し、構造条件が LCC の分布に及ぼす影響を調査する。

2. 部材仕様・構造条件

本研究では表-1 と表-2 に示す部材仕様と構造条件を用いる。部材仕様において TYPE1 は一般環境(山間部)、TYPE2 はやや厳しい環境(市街地部)、TYPE3 は厳しい環境(海岸部)と環境を基準にし、文献^{1) 2)}を参考に設定した。構造条件はごく一般的な橋梁形式として I 桁橋、箱桁橋の 2 種類を選び、文献³⁾を参考に橋長・幅員・車道幅員などを定めた。解析対象橋梁はこれらを組み合わせた 18 種類の鋼橋である。

表-1 部材仕様

部材仕様	TYPE1	TYPE2
塗装	A-1	B-1
床版	RC床版	PC床版
舗装	普通アスファルト舗装	高機能舗装
支承	鋼製支承	ゴム製支承
伸縮装置	ゴムジョイント	ゴムジョイント
防水層	塗膜系防水層	塗膜系防水層
部材仕様	TYPE3	
塗装	C-1	
床版	RC床版	
舗装	高機能舗装	
支承	ゴム製支承	
伸縮装置	フィンガージョイント	
防水層	塗膜系防水層	

表-2 構造条件

橋梁形式	I桁橋A、箱桁橋D
橋長	30m
支間長	29m
幅員	16.8m(有効幅員10.0m)
車道幅員	3.5m
歩道幅員	1.5m
橋梁形式	I桁橋B、箱桁橋E
橋長	50m
支間長	49m
幅員	16.8m(有効幅員10.0m)
車道幅員	3.5m
歩道幅員	1.5m
橋梁形式	I桁橋C、箱桁橋F
橋長	30m
支間長	29m
幅員	8.5m(有効幅員4.5m)
車道幅員	3.5m
歩道幅員	1.5m

3. LCC 算定手順

部材寿命のばらつきを考慮した算定法を用い、以下に示す手順(図-1 参照)で LCC の確率分布を算定する。

LCC 算定対象の橋梁を構成する部材について、部材寿命の平均値 μ と標準偏差 σ を設定しこれより分布パラメーター λ 、 ζ を求める。

モンテカル口法を用い で求めた (λ 、 ζ) の分布パラメーターを有する対数正規分布に従う乱数を発生させこれを部材寿命とする。この総和が算定期間(100 年)を超えるまで、乱数発生を繰り返し、更新回数を求める。

更新回数に更新単価を掛け合わせたものを部材別の更新費とし、これに初期建設費、維持管理費を足し合わせたものを橋梁の LCC とする。

解析条件ごとに、を 10 万回繰返して LCC の確率分布を得る。

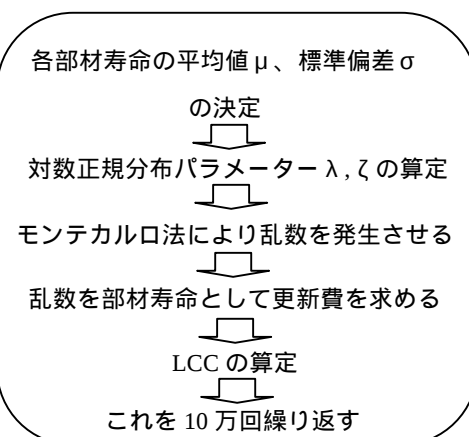


図-1 LCC 算定手順

キーワード：ライフサイクルコスト 橋長 幅員 確率分布 更新単価 部材寿命

連絡先：〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学 (TEL)095-819-2613 (FAX)095-819-2627

4. 部材寿命の平均値・標準偏差と更新単価

部材仕様 TYPE1 の部材寿命を表-3、更新単価を表-4 に示す。なお部材寿命の変動係数は 0.5 と設定し標準偏差を定めた。

表-3 部材寿命の平均値 μ 、標準偏差 σ

構成要素	TYPE1		
	部材	μ	σ
塗装	A-1	15	7.5
床版	RC床版	50	25
支承	鋼製支承	30	15
舗装	普通舗装	15	7.5
伸縮装置	ゴムジョイント	15	7.5
防水層	塗膜系	15	7.5

単位(年)

表-4 各部材の更新単価

		I桁橋			箱桁橋		
		A	B	C	D	E	F
TYPE1	初期建設費	60762	128641	28898	75349	148470	38066
	塗装	7650	17031	3701	3840	7899	1971
	床版	54936	91560	27795	54936	91560	27795
	舗装	3180	5300	1431	3180	5300	1431
	支承	11580	20650	5225	11730	21100	5468
	伸縮装置	11692	11692	5261	11692	11692	5261
	防水層	3180	5300	1431	3180	5300	1431

単位(千円)

5. 構造条件が LCC の確率分布に与える影響

LCC の確率分布に及ぼす構造条件の影響は、部材仕様により大きく異なることはなかったため、ここでは部材仕様 TYPE1 の一部の結果のみを示す。

1) 橋長の影響

図-2 より I 桁橋 A-TYPE1(橋長 30m)と I 桁橋 B-TYPE1(橋長 50m)の確率分布を比較する。

橋長を伸ばすことにより、確率分布が右にシフトし、ピークが低くかつ分布範囲が広がった。これは B-TYPE1 の各部材において更新単価が増加したことから、LCC の値が増加し、標準偏差も A-TYPE1 より大きくなったためである。また橋長を 1.7 倍にすると初期建設費は 2.1 倍となったが、LCC の平均値、標準偏差はそれぞれ 1.7 倍、1.6 倍であった。すなわち、橋長にほぼ比例して LCC の平均値および標準偏差が変化していると言える。ここで初期建設費が 2.1 倍なのに対し LCC の平均値、標準偏差が 1.7 倍、1.6 倍であるのは伸縮装置の更新単価が変化しないからである。

2) 幅員の影響

図-2 より I 桁橋 A-TYPE1(幅員 16.8m)と I 桁橋 C-TYPE1(幅員 8.5m)の確率分布を比較する。

幅員を広げることにより、確率分布が右にシフトするとともに、ピークが低くかつ分布範囲が広がった。これは、A-TYPE1 の各部材において更新単価が増加したことから、LCC の値が増加し、標準偏差も C-TYPE1 より大きくなったからである。また幅員を 2.0 倍にすると初期建設費は 2.1 倍、LCC の平均値、標準偏差は 2.1 倍となっており、幅員にほぼ比例して LCC の平均値および標準偏差が変化していると言える。

6. まとめ

本研究では LCC の確率分布を作成し、標準的な I 桁および箱桁を対象に、橋長・幅員が及ぼす影響を調査した。しかし、本研究で用いた部材の寿命は数少ないデータに基づいたものであり、信頼性の高いものではない。さらに設定した構造条件もかなり少ない。今後、部材寿命のデータを蓄積し信頼性を向上させること、より多くの構造条件に対して LCC の確率分布を算定することなどが重要である。

参考文献 1)社団法人 日本橋梁建設協会：鋼橋のライフサイクルコスト、2000.12 2)社団法人 日本道路協会：道路橋鉄筋コンクリート床版・防水層設計・施工資料、1987.1 3)社団法人 日本橋梁建設協会：デザインデータブック、pp44～45,1997.9

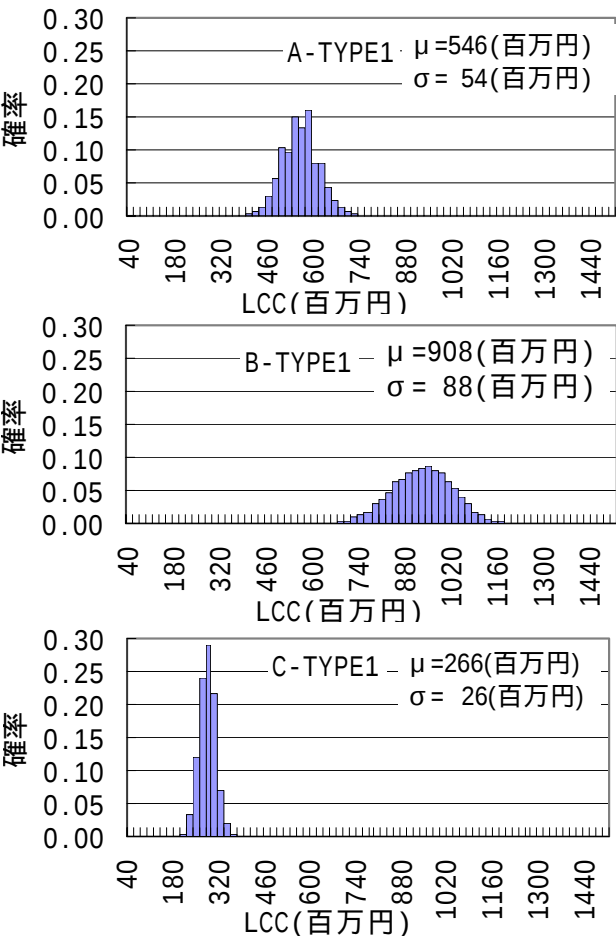


図-2 LCC 確率分布